Vergleichende histologische Untersuchungen an Kaninchenzähnen

Von
Adolf Volpert

1936

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549802_0031

Aus der konservierenden Abteilung (Leiter Prof. Dr. J. Münch) des
zahnärztlichen Instituts der Universität Würzburg
(Vorstand: Prof. Dr. P. Wustrow)

Vergleichende histologische Untersuchungen an Kaninchenzähnen

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

Hohen medizinischen Fakultät

der

Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

vorgelegt von

Adolf Volpert

Zahnarzt aus Euerdorf b. Bad Kissingen

1936

Heimatbote-Druckerei, Schöllkrippen

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Referent: Professor Dr. Münch.

Meinen teuren Eltern!

Ehe wir uns mit der Histologie des Kaninchenzahnes im einzelnen beschäftigen, dürfte es angebracht und von Interesse sein, etwas Allgemeines über das Kaninchen, bezw. die Nager zu erfahren; denn nicht nur der Pharmakologe und Bakteriologe weiß dieses Tier zu schätzen um auf tierexperimentellem Wege seine Kenntnisse zu erweitern, um sie dann der Menschheit zugute kommen zu lassen. Das Kaninchen ist noch mehr als ein Versuchstier geworden und das vor allem in den letzten Jahren, es ist ein Freund des Menschen geworden, dessen wunderbare Arten höchste Freude und Bewunderung erregen.

Das Kaninchen, lepus cuniculus, ist ein Vertreter jener großen Gruppe, die wir unter dem Namen Nagetiere-Rodentia zusammenfassen. Als eine wohl der umfangreichsten Ordnung der Säugetiere hat man sie in vier große Gruppen eingeteilt, in die Gruppe der Lagomorpha, Myomorpha, Hystricomorpha und Sciuromorpha. Unser Kaninchen zählt zu der ersten Gruppe, zur Ordnung der Lagomorpha, der hasenartigen Nagetiere

Das Nagergebiß und mit ihm das Kaninchengebiß zeichnen sich im Vergleich zu anderen Säugetiergruppen durch sehr charakteristische Merkmale aus. Schon rein äußerlich tritt dies ganz deutlich in Erscheinung in der Form des Kopfes, der sich in einem typisch abgesetzten Profil uns zeigt; eine andere Eigentümlichkeit dürfte wohl die weitgehende Spezialisierung des Zahnsystems sein, die Anlage und Form und, was vor allem dem Beschauer auffallend erscheint, die starke Reduktion der Zahl der Zähne. Alle diese Merkmale finden wir bei keiner anderen Säugetiergruppe in so überzeugender und ausgeprägter Form, als gerade bei der großen Familie der Nager.

Wie man sich wohl die Reduktion des Gebisses zu denken hat, hängt von der Anschauung ab, die man von der phylogenetischen Herleitung der Nager angenommen hat. Eine ganze Anzahl solcher Ansichten sind bisher von verschiedenen Autoren aufgestellt worden. Die Ansichten aller, die sich um die Klärung jener Frage bemüht haben, gehen dahin, daß dieselben von Formen mit einem reicher und vor allem vollständiger ausgebildetem Gebiß abstammen, daß die Reduktion der Zahnzahl, der Ausfall ganzer Zahnreihen, wie der Eckzähne, eine sekundäre Erscheinung sei, die mit der speziellen Anpassung des Gebisses an besondere, ohne diese Umgestaltung der Zähne kaum verwertbaren Nahrung, zusammenhänge. Der

Ausfall der Eckzähne und jedenfalls auch der Mahlzähne, die Reduktion der Incisivi, steht nach Ansicht führender Autoren in Beziehung zur Umgestaltung der resistierenden Incisivi zu meißelartigen Nagezähnen, vermittels deren diese Tiere auch sehr feste pflanzliche Nahrungsstoffe, wie Baumrinde, verarbeiten können.

Daß zur vollen Wirksamkeit der ganzen Anordnung auch die Eigentümlichkeit des immerwährenden Wachstums der Nagezähne gehört, dürfte wohl unschwer einzusehen sein. Wie wirksam gerade diese reduzierte Gebißform im Kampf um das Dasein ist, ergibt sich ohne weiteres aus dem ungeheuer großen Artenreichtum des gesamten Nagerstammes, der universellen geographischen Verbreitung seiner Vertreter, sowie der unermeßlichen Individuenzahl schon innerhalb der einzelnen Arten. Wir finden Vertreter jener großen Familie der Nager sowohl in den Eisregionen des Nordens als in der Glut des Südens.

Was die phylogenetische Herleitung der Nager betrifft, so herrschen heute die verschiedensten Ansichten, über deren Richtigkeit wir heute noch kein abschließendes Urteil fällen können. Die ausführlichste Behandlung dieser Frage, die sich stützt auf einen Vergleich des Gebisses und verschiedener Skeletteile, rührt von Fleischmann her. Er ist geneigt, die Nager von Marsupialiern ähnlichen Vorfahren mit einem vollständigen insektivoren Gebiß abzuleiten. Die Worte, in denen er in einer Abhandlung, „Phylogenetische Skizze" betitelt, die Summe seiner Ergebnisse niederschrieb, lauten folgendermaßen: „In der Organisation der Nager sind demgemäß zwei verschiedene Stufen erkennbar, welche für die Geschichte der Säugetiere bedeutungsvoll sind. Auf der einen Seite prägen sich manche Eigentümlichkeiten aus, die auf einer niederen, durch die Marsupialia repräsentierten Stufe funktionell wichtig sind, anderseits schließen viele Formzustände an den Typus der höheren Placentalien an." Die Nager, so sagt Fleischmann, stehen gleichsam da als alte Denkmale einer längst vergangenen Zeit und entrollen uns das Bild der Umgestaltung, welche vielleicht schon in der Kreide die Protheria zu placentalen Säugetieren erhob. Indessen reichen die jetzt bekannten Tatsachen nicht aus, eine direkte Verwandschaft mit den Beuteltieren zu beweisen.

Im Gegensatz zu Fleischmanns Ansicht steht die des Engländers Cope, der in den Bunotherien bzw. einer Unterordnung, Tillodontia, die Vorfahren der Nagetiere erblickt und zwar begründet er seine Ansicht damit, daß bei diesen Tieren, die ja eine vollständige Bezahnung aufweisen, eine ausgeprägte nagezahnähnliche Bildung einzelner Schneidezähne zu finden sei. Ob und wie weit diese Ansicht zu recht besteht, darüber zu entscheiden dürfte über den

Rahmen des gesteckten Zieles hinausgehen; denn neben Fleischmann und Cope tritt wiederum Baume hervor und stellt die immer wachsenden Zähne gleichsam als die Urform aller Säugetierzähne hin. Zu dieser Annahme führte ihn die Anschauung, daß die Konstruktion des immerwachsenden, wurzellosen Zahnes eine wesentlich einfachere uud die Anlage solcher Zähne geeignet sei, ein überaus großes Material an Zahnsubstanz zu produzieren.

Nach dieser, vielleicht in etwas zu eingehender Weise ausgeführten Darlegungen über die Phylogenie der Nagetiere, wollen wir uns der Betrachtung des Kaninchengebisses selbst zuwenden. Während wir bei den meisten Nagern sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer beiderseits nur einen Nagezahn erkennen können, besitzt das Kaninchen im Oberkiefer vier Schneide-, d. h. Nagezähne, von denen das labial gelegene Paar bedeutend stärker, zu meißelartigen Zähnen entwickelt ist, das palatinal gelegene Paar dagegen, durch einen kleinen Zwischenraum getrennt, nur eine sehr kümmerliche Entwicklung aufweist. Auf Grund dieser Tatsachen müssen wir das Kaninchen zur Gruppe der Duplicidentaten mit zwei Paar Nagezähnen rechnen, im Gegensatz zu den Simplicidentaten, bei denen wir nur ein Paar Nagezähne finden. An Mahlzähnen besitzt das Kaninchen im Oberkiefer sechs, im Unterkiefer fünf, sodaß wir den Leporiden die höchste Anzahl der Zähne zuschreiben können, nämlich 28. Die Gebißformel zeigt folgendes Bild:

$$I\ \frac{2}{1}\ C\ \frac{0}{0}\ M\ \frac{6}{5}$$

Die oberen labial gelegenen Nagezähne, fast halbkreisförmig gebogen, liegen tief im Kiefer, in der Alveole eingebettet, während das palatinal gelegene Paar um die Hälfte kleiner, vollkommen der Richtung des labialen Nagezahnes entgegen, fast garnicht in die Erscheinung tritt. Die Deutung dieses großen Nagezahnes begegnet vielen Schwierigkeiten. Geoffroys glaubt in den Nagezähnen modifizierte Caninen sehen zu können, und begründet seine Ansicht damit, daß eine ähnliche Erscheinung auch bei manchen Raubtieren zu beobachten sei, wo der zweite Incisivus hinter dem ersten und dritten zu finden sei, die Nagezähne seien zuerst aus der Reihe gedrängt und dann als vollkommen überflüssig unterdrückt worden. Gegen diese Anschauung, den Incisivus als modifizierten Caninus zu deuten, spricht wohl mit aller Entschiedenheit die unumstößliche Tatsache, daß die Nagezähne nicht im Oberkiefer, sondern im Zwischenkiefer verankert sind und eine Stellung einnehmen, die wohl den Schneidezähnen, niemals aber den Eckzähnen zukommen kann.

Auf Grund all dieser Erwägungen und Ansichten müssen wir daran festhalten und es dürfte auch wohl am leichtesten verständlich sein, daß die Nagezähne lediglich als modifizierte Schneidezähne anzusehen seien und zwar entsprächen diese Nagezähne nicht, wie bisher angenommen wurde, den ersten Incisivi der anderen Säugetiere, sondern Adloff hat auf Grund seiner Studien klar und einwandfrei feststellen können, ebenso Cope auf rein palaeontologischer Grundlage, daß die Nagezähne den zweiten Schneidezähnen der Säuger entsprächen.

Was die Deutung des kleinen Nagezahnes anlangt, können wir uns kurz fassen. Während Freund auf dem Standpunkt steht, der nur mangelhaft entwickelte palatinal gelegene Nagezahn sei eine stark in Rückbildung begriffene Milchzahnanlage für den großen Nagezahn, glaubt Adloff dieser Behauptung entgegentreten zu müssen, indem er erklärt, nicht eine Milchzahnanlage stelle dieses rudimentäre Zähnchen im Oberkiefer dar, sondern einen nicht mehr zur vollen Entwicklung gelangenden I_1.

Eine Eigentümlichkeit dieser Nagezähne ist das immerwährende, unbegrenzte Wachstum und zwar wird stets so viel Zahnsubstanz nachgebildet, als durch Abnützung verloren geht. Zu diesem Zwecke bleibt das im Kiefer liegende Schmelzorgan das ganze Leben hindurch erhalten Sie besitzen keine echten Wurzeln, die in einem foramen apicale enden, ihre Krone geht sowohl in ihrer äußeren Form als auch in ihrer inneren Struktur allmählich in die Wurzel über. Da diese Zähne auf offener pulpa stehen, wachsen sie, wie schon oben erwähnt, ununterbrochen weiter. Dieser Vorgang ist damit zu erklären, daß in der Tiefe neue Zahnsubstanz angelagert wird. Von Brunn erklärt diesen ständigen Anbau von Zahnsubstanzen in der Weise, daß vom hinteren Rande her, wo der histologisch embryonale Zustand des Zahnes zeitlebens gewahrt bleibt, ständig soviel Zahnmaterial angelagert wird, als durch die Nagetätigkeit verloren geht.

Wenn wir das nie sistierende Wachstum der Nagezähne verstehen wollen, müssen wir uns kurz v. Brunns Theorien vor Augen führen. Nach ihm hat die Epithelscheide, d. h. die Stelle, wo sich äußere und innere Schmelzstellen aneinander lagern, nicht nur die Aufgabe schmelzbildende Zellen zu bilden, sondern sie wirkt sogleich richtunggebend auf das Wachstum und die Gestalt der Zähne, indem sie bohrend in die Tiefe der Kieferanlage vordringt und so das Tiefenwachstum des Incisivus veranlaßt. Das Tiefenwachstum ist das Primäre und die Dentinbildung das Secundäre; denn die Epithelscheide läßt sich viel weiter in die Tiefe verfolgen als die Anordnung der dentinbildenden Zellen der

Odontoblasten Dieses Tiefenwachstum hört auf, wenn der Zahn ausgewachsen ist. Durch diese fortdauernde Aktivität der gleichen Epithelscheide werden die immerwachsenden Zähne des Kaninchens gleichsam gehoben, ihr Wachstum schreitet fort, indem immer neue Ameloblasten bezw. Odontoblasten enstehen, welche dafür sorgen, daß das Wachstum nie sistiert.

Während v. Brunn das stetige Wachsen der Aktivität der Epithelscheide zuschreibt, glaubt Retterer, daß bei den Nagetierschneidezähnen die Schmelzpulpa erhalten bliebe und eine Durchwucherung nicht stattfindet. Von Brunn hat in seinen Untersuchungen über die Schneidezähne der Nagetiere das Vorhandensein eines Schmelzorgans zweifelsfrei festgestellt. Er schreibt: „Der noch weiter nach unten verwachsende, am längsten sich erhaltende Teil des Schmelzorgans, von Ballowitz als Keimrand des Schmelzorgans bezeichnet, welcher nach vorne ringförmig mit der persistierenden Schmelzmembran der Vorderseite der Zähne zusammenhängt, geht bei den auf offener Pulpa wachsenden Zähnen nicht zugrunde.

Erdheim berichtet über den normalen histologischen Bau des Nagetierzahnes: „Das Schmelzepithel begleitet den gesamten intraalveolären Zahnanteil nur auf der konvexen Seite und besteht aus dem einschichtigen, zylindrischen inneren und dem wurzelförmige Fortsätze ins periapicale Bindegewebe entsendenden äußeren Schmelzepithel. Auf der konkaven Seite ist nur am hintersten Randende ein kleines Rudiment des Schmelzepithels vorhanden, nur hier läuft das Schmelzepithel zirkulär um den Zahn."

Es drängt sich nun unwillkürlich die Frage in den Vordergrund, welche Bedeutung hat das Schmelzepithel an einer Stelle, wo es später überhaupt nicht zu einer Schmelzbildung kommt? Ueber diese Frage gibt uns wiedrum v. Brunn, von entwicklungsgeschichtlicher Grundlage ausgehend, Auskunft; er schreibt: „Da das Schmelzepithel an dieser Stelle nichts mit der Schaffung einer Zahnsubstanz zu tun hat, kann seine Bedeutung nur in der Bildung der Zahnform liegen." Sein Vorhandensein ist offenbar dazu notwendig, daß sich an der richtigen Stelle seiner inneren Fläche die Odontoblasten anlagern, es bildet gleichsam die Matrize für die später erst durch die Odontoblasten zu schaffende Dentinmasse. Haben sich die Odontoblasten in der richtigen Lage aneinander gelegt, ist auf solche Weise die Form des Zahnteils gesichert, so ist die Rolle des Schmelzepithels für dieses Zahnstück ausgespielt, nun kann, so sagt Brunn, die Befestigung des Zahnstücks beginnen und das dazu dienende Bindegewebe die Form zerstören.

Die Kaninchenincisivi, sowohl die oberen als auch die unteren, zeigen äußerlich die Form eines gebogenen scharfen Meißels. Sie

weisen Schlifflächen auf, die von der labialen, schmelzbedeckten zur linqualen, zementbedeckten eine solche Neigung besitzen, daß der labiale, außerhalb des Epithelansatzes liegende Teil des Zahnes länger ist als der linquale. Beide Schlifflächen sind also stark nach linqual geneigt, wir können daraus entnehmen, daß das Kiefergelenk der Nager so gebaut sein muß, daß eine Verschiebung des Unterkiefers in mesio-distaler Richtung weitgehend möglich ist. Nach Orban geht das Nagen auf die Art vor sich, daß der untere Zahn abwechselnd einmal palatinal und dann wieder labial vorbeigleitet. Bei der ersten Bewegung schleift der schmelzbedeckte Teil des unteren Zahnes die schmelzfreie Dentinfläche des oberen gegen linqual zu schief ab, während bei der Bewegung nach vorne die Dentinfläche des unteren von der Schmelzfläche des oberen Nagezahnes linqualwärts abgeschliffen wird. Bei geschlossenen Kiefern ruhen die Schneidekanten der unteren Nagezähne in einem Zwischenraum, der einer Rinne gleicht und von dem oberen palatinalen labialen Nagezahnpaar gebildet wird. Die Mahlzähne artikulieren so, daß jedem unteren Zahn je zwei obere entsprechen, während der erste und letzte Zahn im Oberkiefer nur einen Antagonisten haben Der obere Incisivus des Kaninchens, wie der großen Gruppe der Lagomorphen, zeigt ferner in der Mitte auf der labialen Seite eine tiefe Rinne, die den Zahn in seiner ganzen Länge durchzieht. Man könnte versucht sein, diese Furche für die Andeutung des Nagezahnes aus zwei Schneidezähnen zu halten.

Der untere Nagezahn zeigt im Vergleich zum oberen keine nennenswerten Besonderheiten, nur daß er etwas länger ist als sein Gegenzahn und sein Krümmungsradius etwas größer, also nicht so stark gebogen. Seine Längsachse bildet nach Orban mit der des ersten unteren Mahlzahnes annähernd einen rechten Winkel. Das basale Ende liegt linqual und etwas vor dem ersten Mahlzahn in der Höhe seines unteren Drittels. Im Querschnitt zeigt der untere als auch der obere Nagezahn die Form eines Trapezes; deutlicher tritt dies beim unteren hervor, der auch nicht wie der obere Nagezahn von einer seichten Rinne labial durchzogen wird, sondern ein glattes Aussehen und eine leichte Wölbung zeigt. Die labiale Seite ist mit Schmelz überzogen, der an den Seiten mit einer dünnen Zementschicht bedeckt ist. Das Dentin, von rundlich ovaler Form, das allseits die Pulpa umhüllt, bildet ebenso wie beim menschlichen Zahn die Hauptmasse des Zahnes Gegen die Kaufläche zu wird der Dentinmantel stärker.

Die Nagezähne sind von den übrigen Zähnen durch eine weite Lücke, Diastema, getrennt, eine Erscheinung, die wir bei allen Nagetieren in mehr oder weniger ausgeprägter Form finden

können. Hervorgerufen wird dieses Diastema wie bereits an anderer Stelle erwähnt wurde, durch Reduktion der Eck-, bezw. der Mahlzähne.

Während wir bei den Leporiden, zu denen unser Kaninchen zählt, im Oberkiefer 6, im Unterkiefer nur 5 Mahlzähne auffinden können, besitzen die Muriden nur 3, die Wasserratte nur 2 Mahlzähne. Wenn wir uns fragen, ob sich überhaupt noch Spuren des Reduktionsvorganges, d. h. Reste der verschwundenen Zähne bei den Nagetieren embryologisch nachweisen lassen, so müssen wir unsere Frage in der Weise gliedern: Finden sich in der Lücke Reste von Zahnanlagen oder trifft man in diesem Diastema nur eine Zahnleiste, wenn ja, werden an derselben Schmelzorgane gebildet, produziert jenes Organ Email und die Papille Dentin? Paul Freund hat sich sehr große Verdienste um die Klärung dieser Fragen erworben. Auf Grund seiner sehr sorgfältigen Untersuchungen an Embryonen verschiedenen Alters und verschiedener Arten ist er zu dem Ergebnis gekommen, daß beim Kaninchen zwischen I_1-M_1 am Unterkiefer nur eine kurze Strecke weit und zwar in der Fortsetzung der Zahnleiste, der Incisivi, ein Epithelstrang nachzuweisen sei, den man nur als Zahnleiste ansprechen könne, in der ganzen Strecke dahinter bis zu den Mahlzähnen konnte er auch nur eine Andeutung der Zahnleiste finden. Chabry und Bouchet fanden im Gegensatz zu Freund im Unterkiefer eine Zahnleiste, die sich auf die ganze Lücke erstreckte.

Im Oberkiefer weist Freund sehr ausgedehnte Reste der Zahnleiste in der Lücke nach, während Bouchet und Chabry gerade wieder das Gegenteil feststellen können. Vom hinteren Ende, schreibt Freund, läßt sich mit Leichtigkeit der Uebergang dieses Zahnleistenrestes der Lücke in die Zahnleiste des ersten Mahlzahnes feststellen. Auch auf diese Strecke wechselt das Bild vielfach, indem der Epithelstrang bald größer, bald kleiner, bald senkrecht aufgerichtet, bald umgelegt, bald mit dem Mundepithel in Verbindung, bald isoliert erscheint. „Nach diesem Befunde“ schreibt Freund, „scheint es kaum zweifelhaft, daß im Oberkiefer bei Lepus in jüngeren Stadien die Lücke von einer kontinuierlichen Zahnleiste durchzogen wird.“ Wir sehen, daß der Keim für die jetzt fehlenden Zähne wohl angelegt, derselbe doch nicht die Lebenskraft in sich birgt, sich zu entwickeln und zu entfalten, sodaß er zum Durchbruch kommt. Wir haben es hier mit der Entwicklung einer Zahnanlage zu tun, die nicht vorwärts sondern rückwärts schreitet, bis nach kurzer oder längerer Zeit auch diese Zahnanlagen nicht mehr nachzuweisen sind. Ganzer geht in seiner Anschauung soweit, daß er die Vermutung ausspricht, daß im

Laufe der phylogenetischen Entwicklung sogar die Milchzähne bei Nagern verschwinden werden, die bereits teils in utero, teils kurz nach der Geburt gewechselt werden, wir haben dann ein permanentes Gebiß vor uns, dessen Entwicklung sich auf der primären Zahnanlage aufbaut.

Wenden wir uns nun den Mahlzähnen zu, von denen das Kaninchen im Oberkiefer 6, im Unterkiefer 5 besitzt. Während die Mahlzähne des Oberkiefers einen etwas komplizierteren Bau zeigen als die des Unterkiefers, ist der untere erste Mahlzahn ähnlich gebaut wie die oberen. Die Mahlzähne des Oberkiefers sind im Querschnitt annähernd oval, wobei die längere Achse in bucco-linqualer Richtung verläuft. Mit Ausnahme des letzten Zahnes ist das Dentin an der linqualen Seite durch eine Einkerbung, die beinahe ein Drittel der Querachse der Zahnachse einnimmt, und in der sich, wie an den Präparaten deutlich zu erkennen ist, ein knochenartiges Gewebe befindet, in zwei Hälften geteilt. Auf diese Weise zeigt der Dentinkörper die Form eines U, das nach linqual offen und bis auf die buckelförmigen Ausladungen an der buccalen Seite mit Schmelz bedeckt ist.

Gegen das Periodontium ist der Zahn allenthalben mit einer dünnen Schicht Zement überzogen. Die Erhebungen der Kauflächen sind durch Schmelzfalten bedingt, welche in bucco-linqualer Richtung verlaufen und im Unterkiefer weniger deutlich ausgeprägt sind.

Die Mahlzähne des Unterkiefer weisen keine besonderen Merkmale auf. Während der erste Mahlzahn nach distal gekrümmt ist und einen nach mesial konvexen Bogen beschreibt, zeigen die übrigen Mahlzähne, mit Ausnahme des zweiten, einen nach distal leicht konvexen Bogen. Sie beschreiben alle mehr oder weniger einen nach mesial konvexen Bogen, an den Kauflächen suchen sie sich zu nähern, während ihre distalen Enden divergieren, wodurch eine flächenförmige Anordnung der Zähne zustande kommt. Die Einkerbung des Dentins an den Mahlzähnen des Unterkiefers geht zum Unterschied von der des Oberkiefers von der labialen Seite aus und ist auch wesentlich tiefer, sodaß eine Zweiteilung des Dentinkörpers entsteht, der nur an der linqualen Seite durch eine zarte Dentinspange verbunden ist. Im übrigen gleicht der untere Mahlzahn in seinem histologischen Bau dem des oberen, nur daß wir hier die breiteste Schmelzfalte in der Mitte und an der distalen Seite der Zähne finden, im Gegensatz zum Oberkiefer, wo der Schmelz der Mahlzähne an der masiopalatinalen Seite breiter ist als an den übrigen Stellen. Die schmelzfreien Partien finden sich an den oberen Zähnen labial, während

wir sie an dem unteren linqual und gegen mesial zu antreffen können.

Zum Zwecke des Studiums der Histologie der Zähne des Kaninchens wurden mehrere Zahnschliffe angefertigt, deren Herstellungstechnik kurz beschrieben werden soll. Die Zähne wurden sogleich nach ihrer Entfernung aus dem Kiefer mit einem ziemlich groben Schleifsand behandelt. Um einem Zerbrechen der schon vorbehandelten, ziemlich dünnen Schliffe vorzubeugen, wurden sie hernach unter ständigem Anfeuchten auf Schleifsteinen von immer feinerer Körnung mit den Fingerspitzen so dünn geschliffen, bis sie unter dem Mikroskop bei stärkstem Abblenden durchsichtig wurden. Um etwaige, bei der Behandlung auf den Schliff gebrachte Schmutzteile zu entfernen, wurden sie einige Stunden gewässert, und dann sorgfältig gewaschen; am zweckmäßigsten geschieht dies mittels eines zarten Pinsels. Nach dieser Manipulation wurden die Schliffe jetzt haardünn, unter größter Vorsicht zwischen faserfreiem Papier getrocknet und dann in Kanadabalsam eingebettet, der, um ein schnelleres Erhärten zu erzielen, auf 80^0 erhitzt wurde.

Nachdem wir nun in wenigen Zeilen die Herstellungstechnik der Schliffe beschrieben, wollen wir an Hand der Bilder, die uns das Mikroskop zeigt, die Hartsubstanzen des Kaninchenzahnes mit denen des menschlichen Zahnes vergleichen.

Der menschliche Zahn baut sich bekanntlich aus drei Hartsubstanzen auf: dem Schmelz, Zahnbein oder Dentin und dem Zement; diese drei Bausteine, in wunderbarer Harmonie zusammengefügt, bauen das Kunstwerk des menschlichen Zahnes auf. Jene drei Hartsubstanzen können wir im Mikroskop auch am Kaninchenzahn feststellen.

Der Schmelz der als ektodermales Produkt das meso-dermale Dentin überzieht und gleichsam einen Schutzmantel für den Teil des Zahnes bildet, der frei in die Mundhöhle ragt und infolgedessen am meisten beansprucht und den Schädlichkeiten ausgesetzt ist, sei es beim Kauakt, oder von Seiten der Bakterien, die in ungeheuerer Anzahl unsere Mundhöhle bewohnen und ihre schädigende Wirkung auf die Zähne auszudehnen versuchen, stellt wohl das härteste Gewebe des menschlichen wie des tierischen Organismus dar. Seine Härte wird als der des Quarzes gleich angegeben, der in der Mohs'schen Härteskala an siebter Stelle steht. Während wir beim durchgebrochenen Zahn einen verhältnismäßig geringen Prozentsatz von organischen Bestandteilen auf chemisch analytischem Wege nachweisen können, enthält junger, im Wachsen begriff Schmelz, mehr organische Bestandteile, die auch immer wieder gewissen Schwankungen unterworfen sind; man hat die organischen

Bestandteile auf drei bis fünf Prozent errechnet. Wie schon erwähnt baut sich das Email in der Hauptsache aus anorganischen Stoffen auf, vor allem sind es Erdsalze, wie phosphorsaurer, kohlensaurer Kalk, die ihm diese Glashärte verleiht.

Bei frisch durchbrochenen Zähnen ist die Oberfläche, d. h. die Kaufläche, von einem mikroskopisch deutlich erkennbaren Gebilde organischer Art, dem Schmelzoberhäutchen, überzogen, dessen Ueberreste wir heute noch an den Seitenflächen des Zahnes in der Nasmyth'schen Membran vor uns haben. Ueber die Genese dieses in der Literatur so viel genannten Gebildes herrschen die verschiedensten Ansichten. Kölliker und von Ebner sahen das Schmelzoberhäutchen als eine letzte cuticulare Bildung der Ameloblasten an, die dem Ganzen eine gleichmäßige, glatte Oberfläche gibt und der auch mit ihrer, wenn auch nicht allzu großen Resistenz gegen Säuren und Alkalien, eine gewisse Bedeutung als Schutz gegen die Karies zukommt. Auch Meyer deutet in seinen Untersuchungen das Schmelzoberhäutchen als cuticulären Saum der Ameloblasten. Während Waldeyer und auch Walkhoff das Schmelzoberhäutchen als ein Verhornungsprodukt des äußeren Schmelzepithels nach Schwund der Ameloblasten ansehen, glaubt Türkheim eine ähnliche Auslegung propagieren zu müssen; er sagt: „Nach Abschluß der Schmelzbildung und Verkalkung ist die physiologische Funktion des Schmelzorgans erloschen, es atrophiert, indem sich die äußeren und inneren Schmelzzellen als Schmelzoberhäutchen auf den Schmelz auflegen."

Wenn wir einen Quer- und Längsschnitt durch den menschlichen Zahn herstellen, so müssen wir mit großer Bewunderung feststellen, wie feinsinnig und wie gesetzmäßig der Schmelz sich uns offenbart. Säulchen neben Säulchen von polygonalem Querschnitt, ja man wird unwillkürlich an das Bild einer Bienenwabe erinnert, erhebt sich vor unseren Augen zu einem geordneten Ganzen, zu einem Werk, wie es nur die größte Künstlerin aller Zeiten, die Natur, hervorzaubern kann Die Verlaufsrichtung dieser Säulchen, Schmelzprismen genannt, ist senkrecht von der Peripherie zur Dentinoberfläche. Nicht lose, unverbunden stehen diese Säulchen im Kunstwerk Zahn, nein, man nimmt an, daß die einzelnen Schmelzprismen, auch Schmelzsäulen genannt, nach Ansicht vieler Autoren durch eine Substanz zu einem Ganzen vereinigt seien.

Viel umstritten ist die Frage, wie es mit dem Sein oder Nichtsein jener interprismatischen Substanz des Schmelzes, der Kittsubstanz, steht. Während auf der einen Seite vor allem Meyer, v. Ebner und Smrecker eine Kittsubstanz nachweisen zu können glauben, verneint anderseits Walkhoff in seiner „Normalen

Histologie menschlicher Zähne" jegliches Vorhandensein einer Kittsubstanz. Von Ebner nimmt an, daß die Prismen durch eine interprismatische Substanz zusammengehalten würden Walkhoff tritt dieser Behauptung entgegen und erklärt wörtlich: „Das, was v. Ebner als Kittsubstanz beschrieben hat, ist keine Kittsubstanz, sondern eine minder verkalkte Cortikalschicht der Prismen, in der eine feine Begrenzungslinie zwischen den einzelnen Prismen verläuft, die nicht körperlicher Natur ist" Auf Grund ausgedehnter Untersuchungen und Studien beweist Walkhoff, daß die Ansichten obiger Verfechter einer Kittsubstanz auf rein optischer Tauschung beruhen. Die angebliche Kittsubstanz deutet Walkhoff, dessen Name unvergeßlich in der Geschichte der Zahnheilkunde fortlebt, in seinem bereits oben erwähnten Buche folgendermaßen: „Die Schmelzprismen bestehen aus einem Zentralkörper, der infolge seines größeren Kalkreichtums im mikroskopischen Bild eine ganz andere Lichtbrechung zeigt, als die ihn umgebende kalkärmere periphere Schicht".

Wir können aus diesen Angaben entnehmen, daß die Stärke der Kittsubstanz, Walkhoff nennt sie Cortikalschicht, einen Gradmesser darstellt für die stattgefundene Verkalkung bzw. Nichtverkalkung des Schmelzes. An meinen Präparaten konnte ich von einer Gesetzmäsigkeit in der Struktur des Schmelzes an den Nagezähnen des Kaninchens nur sehr wenig feststellen, im Gegensatz zu einzelnen anderen Nagern, besonders der Ratten und dem Meerschweinchen, deren Schmelzstruktur auch ohne Zusatz von Säure deutlich zu erkennen ist.

Aus diesen Beobachtungen, ebenso zeigt es uns Bild 1, wenn auch bei schwacher Vergrößerung, sehen wir, daß der Schmelz sehr gut verkalkt ist, während sich schlechte Verkalkung durch ziemlich gut konturierte Prismen offenbart Erst der Schmelz der Mahlzähne ließ mich einen kurzen Blick werfen in seine Struktur. Bei stärkster Vergrößerung glaube ich Prismen von polygonalem Aussehen wie solche von rundlich ovaler Form, allerdings nicht scharf umrissen, beobachtet zu haben. Auffallend schien bei diesen Prismen, daß die interprismatische Substanz nicht nur ein einzelnes Prisma umgibt, sondern 4—5 eine gemeinsame interprismatische Substanz besitzen; dieselben Beobachtungen konnte auch Orban machen.

Interessante Beobachtungen über die Schmelzstruktur bei verschiedenen Tierarten machte Erdheim. Er fertigte zahlreiche Schliffe von Zahnschmelz nahezu aller Ordnungen der Säugetiere an, die ihm zeigten, daß die Stärke der Abgrenzungslinien der Schmelzprismen nicht allein in den einzelnen Ordnungen, sondern

selbst in den Gruppen, ja in den einzelnen Familien in hohem Grade variire. Innerhalb einer Ordnung fänden sich alle Zwischenstufen vom scharf geschnittenen Prisma bis zum undeutlichsten, fast homogenen Aussehen des Schmelzes. „Dies trifft," so schreibt er wörtlich, „insbesondere bei den Ungulaten und Rodentien zu." Bei den Primaten und Carnivoren sind die Schmelzprismen ausnahmslos scharf konturiert, bei den Beuteltieren kaum zu sehen. Aber selbst in einem Zahn, welcher z. B. von einer Specis der Ungulaten oder der Rodentien stammt, kann man häufig an Längsschliffen alle Zwischenstufen feststellen, z. B. beim Eichhörnchen, das gelegentlich sogar sternförmige Schmelzprismen zeigen kann.

An der Schmelzdentingrenze konnte ich zum Teil sehr schlecht verkalkte Schmelzpartien erkennen, besonders deutlich trat dies im intraalvellären Teil sowohl der Nage- wie der Mahlzähne in Erscheinung. Walkhoff gibt eine sehr einleuchtende Erklärung dafür, indem er behauptet, daß sich bei den Nagern und somit auch beim Kaninchen, das ja bekanntlich immerwachsende wurzellose Zähne besitzt im Gegensatz zu den Garnivoren und Primaten, die ganze Zahnentwicklung nur auf ein paar Monate ja wenige Wochen erstrecke und die zum Teil sehr mangelhafte Verkalkung durch die außerordentliche schnelle Entwicklung bedingt sei. Durch die stetige starke Abnützung der Zähne beim Nageakt, die fortwährende Neubildung und das immerwährende Nachschieben von Zahnsubstanz muß natürlicherweise der ganze Verkalkungsprozeß bedeutend rascher sich abwickeln und daß dabei Störungen sogar größeren Ausmaßes auftreten können, ist wohl leicht erklärlich.

Bei genauer Untersuchung und sorgfältigem Absondieren der Schmelzoberfläche des menschlichen Zahnes können wir, abgesehen von den gröberen und bereits bereits bekannten pathologischen Unebenheiten, wie sie uns in der Hypoplasie oder den Turnerzähnen entgegentreten, um den Zahn in horizontaler Linie verlaufende feine Streifen erkennen, auf die Löwenhook zuerst aufmerksam machte. Diese Erscheinung, die schon rein äußerlich wahrnehmbar ist, erklärt er durch die unregelmäßige ruckweise Bewegung, die der Zahn bei seinem Durchbruch durch das ihn umgebende Gewebe macht. Preiswerk nennt diese feinen Schmelzwülstchen Prikymatien, sie treten am deutlichsten und dichtesten nahe der Schmelzgrenze, also am Zahnhals hervor, während sie gegen die Kauflächen hin immer undeutlicher werden. Bei Milchzähnen konnten nach Szermark derartige Schmelzwülstchen noch nicht festgestellt werden.

Die Querstreifen der Schmelzprismen, wie sie Retzius zuerst an menschlichen Zähnen festgestellt hat, konnte ich an

meinen Präparaten nicht beobachten. Walkhoff und auch andere Autoren, wie Wenzel, konnten diese Erscheinung an vielen Nagezähnen, besonders schön an Ratten- und Meerschweinchenzähnchen, sehen. Was die Genese dieser Querstreifen anlangt, so stoßen wir wiederum auf die verschiedensten Ansichten. Von Ebner und Walkhoff sind es wieder, die sich gegenüberstehen in ihren Anschauungen. Während v. Ebener wegen ihrer bräunlichen Farbe die sie im durchfallenden Lichte haben, als Ursache eine größere Menge von nicht verkalkter interprismatischer Substanz annimmt, schreibt Walkhoff: „Meines Erachtens ist an der Bildung dieser Streifen nur die mangelnde Expansionskraft der in das primäre organische Gewebe einzulagernden Kalksalze schuld.“ Walkhoff erklärt also das Wesen dieser Streifen so, daß die Verkalkung der Prismen während ihrer Entwicklung durch periodisch eintretende bessere und minderwertige Verkalkung ständig eine Störung erfahre und in Form dieser Streifen zum Vorschein komme Schon Hannover und Hertz stellen sich auf den gleichen Standpunkt wie Walkhoff und nahmen eine schichtenweise Ablagerung der Kalksalze innerhalb der Schmelzprismen an, während Köllikerund Waldeyer einen derartigen Vorgang bestreiten. Mangelnde Verkalkung der Cordikalschicht und des Zentralkörpers, nicht nur der interprismatischen Substanz wie v. Ebner annimmt, sind die Grundbedingungen für das Entstehen der Querstreifen und der Streifen des Retzius. „Geht dabei,“ so schreibt Walkhoff, „eine mangelhafte Bildung der organischen Substanz einher, so sind das Momente, welche zusammenwirkend eventuell auch Formveränderungen der Schmelzoberfläche herbeiführen können. Die Streifen des Retzius sind im Grunde genommen nichts anderes als die gewöhnliche Querstreifung in mehr oder minder großem Ausmaße, wobei zuletzt auch der Zentralkörper einer großen Menge von Schmelzprismen innerhalb eines gleichen Zeitabschnittes während der Bildung nicht genügend Kalksalze aufnimmt.“

Querstreifen und Linien des Retzius gehen häufig so eng neben einander her, daß sie schon dadurch auf eine gleiche Entstehungsursache deuten. Bestimmend für die jeweilige Entwicklung ist nur die Zeitdauer und die Intensität der intermittierenden Verkalkung der Prismen. Eine ähnliche Anschauung wie Walkhoff vertritt auch Asper, dessen Studien auf diesem Gebiet schon soweit gediehen sind, daß er von einem normalen und pathologischen Charakter der Retzius'schen Streifen spricht, erstere erklärt er durch die wellenförmige Ernährung und rythmische Ermüdung der Ameloblasten; letztere sind der Ausdruck leichter Störungen von

Ernährung und Aufbau des kindlichen Organismus während der Schmelzbildung.

Eine andere Erscheinung in der Struktur des menschlichen Zahnschmelzes sind die Schreger'schen Faserstreifen. Diese, wie der Name schon sagt, von Schreger entdeckten Zeichnungen im Schmelz, sind am deutlichsten in den Seitenpartien der Krone, weniger auf den Kauflächen ausgeprägt. Sie kommen nach Mayer durch den verschiedenen Verlauf der Prismen zustande. Während das eine Prismenbündel vielleicht in möglichst radiärer Richtung vom Dentin zur Schmelzoberfläche verläuft, zieht ein anderes Bündel, vom Dentin beginnend, mehr zirkulär auf weitem Wege zur Schmelzoberfläche. Walkhoff erklärt das Entstehen dieser Strukturanomalien im Schmelz in der Weise, daß die noch in der Entwicklung stehenden Schmelzprismen und mit ihnen die Prismenbündel im Kampf um den ihnen zur Verfügung stehenden beschränkten Raum Verschiebungen erfahren in Form von Knickungen und Biegungen und daß dadurch eine gegenseitige Durchflechtung der Prismen entstehe, die dann das Bild der von Schreger entdeckten Streifen darstelle, die unter dem Mikroskop sich in bald dunkleren, bald helleren Linien uns zeigen. Diese optische Erscheinung beruht darauf, daß das Licht von Schmelzprismen in der Längsrichtung durchgelassen, in der Querrichtung aber absorbiert wird; demnach erscheint eine Lage hell, die andere dunkel, bei auffallendem Licht erscheint die dunkle Zone hell und umgekehrt. Preiswerk hat die Schreger'schen Streifen Zonien genannt und zwar die dunkleren, quergeschnittenen, Diazonien, die helleren, längsgeschnittenen, Parazonien.

Wenn wir uns fragen, ob sich im Schmelz vitale Vorgänge abspielen, oder ob wir ein totes Gewebe vor uns haben, so müssen wir gestehen, daß die Akten über diese Frage noch nicht geschlossen sind. Wir dürfen sicher annehmen, und die Erfahrungen in der täglichen Praxis lehren es uns nur zu deutlich, daß Verbindungen organischer Art in Form von Dentinkanälchen, Dentinfasern über die Grenze in den Schmelz hineinziehen und dort als sogenannte Schmelzkanäle in Erscheinung treten. Schon Tomes, Kölliker und besonders v. Ebner haben im Schmelz verschiedener Tiere ein deutliches Kanalsystem innerhalb dieses Gewebes dargestellt. Im Schmelz der Beuteltiere fanden sie Dentinröhrchen auf lange Strecken, während sie bei einzelnen Nagern und beim Menschen nur kleine Fortsetze nur äußerst selten beobachten konnten. Wallkhoff sah sie besonders im Schmelz vieler Fische, bei Wiederkäuern, Raubtieren und Affen. Münch hat in allerletzter Zeit durch stärkste Vergrößerungen von Schliffen und Schnitten

einwandfrei ein Kanalsystem im Schmelz nachweisen können; er schreibt: „Ich habe in einer Reihe von Zahnschliffen Dentinfortsätze, oder besser gesagt, Schmelzkanäle im mittleren Teil des Zahnschmelzes und auch darüber hinaus nachweisen können.“ Auch Walkhoff geht nicht achtlos an dieser Erscheinung im Schmelz vorüber und äußert sich über die Genese jener Schmelzkanälchen in der Form, daß er sie als eine Lagerung später gebildeter Schmelzprismen um die bereits zu einer früheren Zeit angelegte oder zum Teil schon resorbierte Zahnbeingrundsubstanz betrachtet, wobei die Dentinkanälchen Widerstand geleistet haben.

Was die Bedeutung dieser Kanälchen anlangt, gehen die Ansichten weit auseinander. Wie man häufig an menschlichen Zähnen beobachten kann, biegen die Kanälchen ganz plötzlich um, laufen in dieser Form über eine ganze Anzahl von Schmelzprismen. Walkhoff folgert daraus, daß die Schmelzkanälchen weder eine Bedeutung für die Entwicklung des Schmelzes noch eine solche für die Ernährung des fertigen Emails haben können. Meyer konnte sich ebenfalls nicht eindeutig über ihre Bedeutung aussprechen. Münch schreibt nun folgendes in seiner Abhandlung über „Beitrag zur Vitalität des Schmelzes“: „Eine biologisch physiologische Bedeutung im Sinne der Stoffwechseltheorie steht diesen Schmelzkanälen zweifellos zu. Der Uebergang von der Schmelzdentingrenze verläuft ohne jegliche Störung, Resorptionserscheinungen, kolbenförmige Fortsetze usw. fehlen völlig. Dieser Umstand weist darauf hin, daß die Ameloblasten während ihrer Entwicklungsperiode nicht, wie es bei menschlichen Zähnen angenommen wird, resorbierend auf das junge Zahnbein einwirken. Sie müssen vielmehr in gemeinsamer Tätigkeit mit den Zahnbeinzellen und ihren Fortsätzen den Schmelz ohne jegliche gegenseitige Störung aufbauen.“

Nachdem wir nun den Teil des Zahnes beschrieben, der etwa 5% des Volumens des ganzen Zahnes ausmacht, wollen wir einen Blick werfen auf den Teil des Zahnes, der gewissermaßen den eigentlichen Zahn in seiner äußeren Form repräsentiert, auf das Dentin. Es bildet gleichsam das Fundament, die Pfeiler, auf welcher die beiden anderen Bestandteile, Schmelz und Zement sicher und unerschütterlich ruhen. Nach dem Schmelz ist es das härteste Gewebe, seine Härte entspricht dem Grade 5 bis 6 der Mohs'schen Härteskala. Gebildet wird das Zahnbein von den peripher um die Pulpahöhle sich lagernden Odontoblasten. Bis auf eine kleine Oeffnung am Ende der Wurzel, dem foramen apicale, durch welches Nerven und Blutgefäße eintreten, umschließt es den Zahn. Nicht frei, ungeschützt liegt jener überaus empfindliche

Teil in der Mundhöhle bezw. in der Alveole, wie ein schützender Mantel legt sich der Schmelz über den Abschnitt des Dentinkörpers, der in der Krone liegt, während der andere Teil in der Alveole von einer weniger widerstandsfähigen Zahnsubstanz, dem Zement, überzogen wird.

Im Gegensatz zum Schmelz stellt das Dentin kein totes Gewebe dar, sondern es spielen sich viele vitale Vorgänge in manigfachster Form ab. Es ist sehr reich an organischer Substanz, die ebenfalls wie im Schmelz gewissen Schwankungen unterworfen ist, bedingt durch das Alter, die Individualität. Bercellius fand 28% organische und 72% anorganische Bestandteile im Dentin. An anorganischen Bestandteilen finden wir in der Hauptsache phosphorsauren Kalk, Magnesia mit Spuren von Fluorkalzium, kohlensauren Kalk und kohlensaures Natron. Wir können jenes mesodermales Produkt Dentin als ein Knochengewebe ohne Zellen auffassen, das wohl infolge des bedeutenden Kalkgehaltes der Dentingrundsubstanz eine größere Härte als der Knochen aufweist.

Es lassen sich deutlich drei Gewebsformen im Dentin unterscheiden. Die verkalkte Interzellular- oder Grundsubstanz, die von den Odontoblasten ausgehenden Fortsätze, die sogenannte Tomes'schen Fasern und die Zahnbeinscheiden, welche die Wandungen der Dentinkanälchen bilden und nach ihrem Entdecker Neumann'sche Scheiden heißen.

Die Grund- oder auch Interzellularsubstanz wurde zum ersten Male von v. Ebner einer gründlichen Untersuchung unterworfen. Während man noch in früherer Zeit die Grundsubstanz durchwegs als eine homogene Masse ohne Struktur oder sonstige Merkmale darstellte oder ihr sogar ein körniges Aussehen zuschrieb, wie es J Tomes tat, stellt, wie bereits oben erwähnt, v. Ebener auf Grund langjähriger ausführlicher Untersuchungen fest, daß eine gewisse Gesetzmäßigkeit im Aufbau jener Grundsubstanz besteht, daß sie zum Teil organischer Natur sei, zusammengesetzt aus vielen feinen Fibrillen. Diese Fibrillen, die eine Dicke von ungefähr 0,3 mikra haben und zu Bündel von 2 mikra Durchmesser vereint sind, stellen nach Walkhoff dunkel konturierte Fasern, im Querschnitt etwas dunklere Kreise in der Grundsubstanz dar. Der Verlauf jener Fibrillenbündel, die wir unter dem Mikroskop an jüngeren Zähnen deutlich wahrnehmen können, entspricht in den meisten Fällen der Längsrichtung des Zahnes, jedoch von einer Parallelität zur Zahnachse dürfen wir nicht sprechen, die Bündel überkreuzen sich vielmehr und zwar in einer Ebene, die senkrecht auf der Verlaufsrichtung der noch zu besprechenden Zahnbeinkanälchen steht. Deutlicher treten diese Erscheinungen

im Kronenteil des Zahnes auf, weniger ausgeprägt in der Wurzel. Gebhardt hat in treffender Weise in wenigen Worten die Lage und den Verlauf der v. Ebner'schen Fibrillen geschildert, wenn er schreibt: „Hält man daran fest, daß die Grundsubstanz aus sich durchkreuzenden Lagen von Fibrillenbündeln besteht, so kann man sich das Zahnbein aus Lamellen aufgebaut denken, die vielfach übereinandergeschichtet, senkrecht zu den Zahnbeinkanälchen verlaufen."

Im Laufe der Zeit tritt der organische Charakter der Grundsubstanz immer mehr zurück, die Fibrillenstruktur wird undeutlicher durch Einlagerung von Kalksalzen, die ursprüngliche Elastizität des Gewebes ist stark herabgesetzt, das Ganze gleicht einer homogenen, leblosen Masse.

Treten nun Störungen im Verkalkungsprozeß ein, geschieht die Einlagerung von Kalksalzen in dieses organische Gerüst nicht vollkommen und regelmäßig, so entstehen ähnliche Erscheinungen wie wir sie im Schmelz in der Querstreifung bzw. Streifen des Retzius beobachten können auch im Dentin, die sogenannten Interglobularräume. Walkhoff und andere Autoren nehmen an, daß beide Anomalien, die Streifen des Retzius im Schmelz und die Interglobularräume im Dentin, auf gemeinsamer Grundlage entstehen. Ein Blick in das Mikroskop zeigt uns, wie wahr Walkhoff schrieb und mit welch feiner Beobachtungsgabe jene Leuchte der Wissenschaft ausgestattet war.

Treten diese Interglobularräume verstärkt auf, so daß sie schon bei geringer Vergrößerung Linien und Streifen bilden, so bezeichnet man sie als Konturlinien des Zahnbeins oder nach ihrem Entdecker Szermark'sche Konturlinien. Derselbe vergleicht jene regelmäßigen Streifen im Dentin mit den Jahresringen im Holze, es ist der Ausdruck einer schichtenweisen Ablagerung von Kalk. Häufig finden sie sich in reihenweiser Anordnung im Kronenteil des Dentins, wo man sie heute als Owen'sche Linien bezeichnet. Sie treten dort schon äußerlich in Erscheinung als welliger Schmelz, während man sie im Wurzeldentin, wo jene Bilder viel seltener zu beobachten sind und allerdings nur dann auftreten, wenn die Störungen in der Verkalkung erheblicher sind, als Tomes'sche Körnerschicht bezeichnet. Walkhoff bezeichnet diese Tomes'sche Körnerschicht als ein Fortbestehen der ersten Entwicklungsstufe des verkalkten Dentins. Ueber die Histogenese jener oben erwähnten Interglobularräume ist man sich auch heute noch nicht einig. Während Köllikker und Walkhoff die Meinung vertreten, daß sie aus unverkalkter Zahnbeingrundsubstanz bestehen, die von den Zahnbeinkanälchen

durchbohrt wird, glaubt Szermark darin die richtige Lösung gefunden zu haben, wenn er schreibt, daß die Interglobularräume Lücken zwischen Kugeln seien, in denen die organische Substanz des Dentins abgelagert würde, er stellt sie als mit Luft gefüllte Hohlräume dar.

Schon bei schwacher Vergrößerung erkennt man deutlich, daß die Zahnbeingrundsubstanz von zahlreichen Kanälchen durchzogen wird, die sich gegen den Schmelz hin verjüngen und oben schwächer werden, teils sich verästeln, teils über das Dentin in den Schmelz hinein zu verfolgen sind. Der Durchmesser jener Kanälchen schwankt nach Kölliker zwischen 1,3 bis 2,2 mikra, am größten ist er in der Nähe der Dentinpulpagrenze. Mit zunehmendem Alter nimmt die Weite der Lumina der Kanäle ab, das jüngere Dentin zeigt weniger Grundsubstanz auf Kosten der Weite der Dentinröhrchen. Von der Pulpa-Dentingrenze ausgehend, verlaufen sie zentrifugal zur Dentinoberfläche, zur Schmelzdentin- bzw. der Zementdentingrenze, wobei sie aber nicht, wie man annehmen sollte, den graden, direkten Weg wählen, sondern auf ihrem Wege dorthin eine zweimalige Krümmung zeigen, die v. Ebner mit einer Sförmigen Linie vergleicht, deren erste Konvexität wurzelwärts, die zweite kronenwärts liegt. Besonders deutlich tritt dieser gewundene Verlauf der Dentinkanäle an den Seitenwänden der Krone zu Tage, während sie an der Wurzelspitze einen fast horizontalen Verlauf zeigen. Kollmann vergleicht den Verlauf mit dem Spiel einer Welle, an der man einen Wellenberg und ein Wellental unterscheidet. Tomes und Walker sahen neben diesen Hauptkrümmungen auch spiralförmige Drehungen und Biegungen von Dentinkanälchen, besonders in der Nähe der Wurzelspitze, wo vielleicht durch die stets wachsende Dentinpulpa ungünstige Raumverhältnisse entstehen, so daß die Kanälchen Störungen manigfachster Art in ihrem normalen Verlauf erfahren, die sich dann in der oben beschriebenen Form nach außen hin offenbaren.

Die Dentinkanälchen sind ausgekleidet mit der Neumann'schen Scheide, welche gleichsam den Schutzmantel bildet für die in ihr liegenden Fortsätze der Odontoblasten, der Tomes'schen Fasern. Als Träger des Stoffwechsels und der Sensibilität bilden sie die wichtigsten Bestandteile des Dentin. Ueber Morphologie und Genese jener Faser entstanden die heftigsten Wortgefechte. Während die einen, Wede und Hertz, den Inhalt jener Neumann'schen Scheide, die Zahnbeinfaser, als einen zähflüssigen Stoff bezeichnen, glaubte man früher sogar an ein Zirkulieren protoplasmatischer Flüssigkeit in den Zahnscheiden, welche indentisch sei mit den

heute von uns bezeichneten Zahnbeinfasern. Und erst J. Tomes propagierte 1859 auf Grund langjähriger Studien eine Ansicht, die auch heute noch von den höchsten Stellen der Wissenschaft anerkannt wird. Er erklärt klar und eindeutig, daß die Zahnfasern nichts anderes seien als die Fortsetzung der Zahnbeinzellen, der Odontoblasten, die peripher um den Zahnbeinkeim gelagert seien; seit jener denkwürdigen Stunde spricht man von Tomes'schen Fortsätzen. Auch Walkhoff schließt sich jener Ansicht an, indem er schreibt: „Wenn auch eine eigentliche Struktur der fertigen Zahnbeinfaser bis jetzt noch nicht nachgewiesen werden kann, soviel steht fest, daß die Zahnfasern wirkliche Zellteile der zugehörigen Odontoblasten, also geformte histologische Elemente sind, die, wie schon erwähnt, Träger des Stoffwechsels und der Sensibilität im Zahnbein sind."

Unwillkürlich drängt sich nun die Frage hier in den Vordergrund, ob Nerven im Zahnbein enthalten sind oder nicht, wenn ja, sind wirklich, wie auch heute noch viele Autoren annehmen, die Protoplasmafortsätze der Odontoblasten verantwortlich zu machen für die Schmerzempfindung im Dentin. Alte Erfahrungen und Untersuchungen, die namhafte Vertreter der Wissenschaft gemacht und die klinischen Beobachtungen sind ja der sprechenste Beweis für das Vorhandensein von Nerven im Dentin. Gerade in jüngster Zeit hat Münch zweifelsfrei feststellen können, daß das Zahnbein von Nervenfäserchen durchsetzt ist: „Wenn man eine freiligende Dentinfläche" so schreibt er, „mit Reizhaaren abtastet, so sind es immer wieder die gleichen Punkte welche bei Berührung Schmerzen auslösen, die ruckartig durch den ganzen Körper ziehen." Aber auch die Untersuchungsresultate der neueren Zeit haben das Vorhandensein von Nerven im Zahnbein bewiesen. „Nach meinen eigenen Befunden," so schreibt Münch weiter, „treten von dem unterhalb der Odontoblastengrenze gelegenen Raschkow'schen Nervenplexus feine Nervenfasern in das Zahnbein hinein, verlaufen dort hauptsächlich in Richtung der Tomes'schen Fasern mit feinsten Abzweigungen, in dem sie diese Fasern teilweise ringförmig umranken, man kann solche Nervenfäserchen bis zur Dentingrenze verfolgen." Damit dürfte das langumstrittene Problem der Nervenfrage im Zahnbein einer entgültigen Lösung zugeführt sein.

Was die Deutung der Zahnscheiden anlangt, der sogenannten Naumann'schen Scheide, so können wir uns kurz fassen. Hertz und Kölliker betrachten Zahnfaser und Zahnscheide als ein Ganzes und stellen die Behauptung auf, die Zahnfasern entstünden direkt aus den Zahnbeinzellen und die Naumann'sche Scheide sei nur

die feste Umhüllung oder Außenschicht der Zahnfaser. Waldeyer dagegen glaubt, daß die Grundsubstanz die Grundlage bilde für das Entstehen der Neumann'schen Scheide, indem er annimmt, daß die um die Fasern liegende Grundsubstanz sich in elastische Masse umwandeln würde und so die Scheide bilde. Walkhoff schreibt darüber, die Zahnscheiden seien als Produkt vitaler Tätigkeit der Zahnfasern aufzufassen und stellten nur die Uebergangsformen zur verkalkten Zahnbeingrundsubstanz dar, sie seien differenzierte Gebilde sowohl chemisch wie optisch. Eine ähnliche Erscheinung wie im Schmelz die Schreger'schen Streifen, können wir auch im Dentin feststellen in den Schreger'schen Linien, die warscheinlich auch eine gemeinsame Entstehungsursache haben. Sie sind besonders deutlich auf Längsschliffen im Wachsen stehender Zähne zu sehen. Diese Strukturanomalien im Dentin lassen sich in der Weise als entstanden denken, daß die jüngst gebildeten Teile einer großen Menge von Dentinkanälchen infolge des ungeheuren Expansionsbestrebens eine starke Abweichung in ihrer ursprünglichen Richtung erfahren, sodaß Verzerrungen, Knickungen und Biegungen Bilder hervorbringen, wie sie uns in den Schreger'schen Linien im Dentin vor Augen stehen.

Wir wollen nun zur Beschreibung des Dentins am Kaninchenzahn übergehen, bei dem mehrere interessante Details bemerkenswert sind. Das Dentin des Kaninchenzahnes zeigt eine deutliche konzentrische Schichtung und wird durchzogen von den Dentinkanälchen, die in den verschiedenen Abschnitten einen ungleichen Verlauf zeigen. Während sie im Wurzeldentin und im linqualen Abschnitt mehr horizontal gelagert sind, richten sie sich labial gegen die Kaufläche hinauf und zeigen einen leicht gewellten S-förmigen Verlauf. (Abb. 1). Wir sehen hier wiederrum, wie weise die Natur in der Anlage und Anordnung dieser Zahnsubstanz gehandelt hat. Denn nur jene, gegen die Kaufläche geneigte Richtung der Dentinkanälchen ermöglicht die größtmögliche Widerstandsfähigkeit des an der Berührungsebene zu bildenden scharfen Meisels für das Nagen, ohne daß die Gefahr eines Absplittern oder gar Bruches des Meisels, der Zahnsubstanz, entsteht. Schon bei mitlerer Vergrößerung kann man bei Molaren deutlich erkennen, wie zahlreiche Dentinkanälchen baumartig sich verästeln, feinste Seitensprossen abgeben, nachdem sie sich vorher durch feinste Abzweigungen in Verbindung gesetzt haben; in diesem Fall können wir von Kölliker'schen Endschlingen sprechen. Beim menschlichen Zahn können wir diese Erscheinung verhältnismäßig selten beobachten, während ich sie am Kaninchenzahn besonders bei den Mahlzähnen sehr deutlich sehen konnte. Bei oberflächlicher

Betrachtung dieser zum Teil sehr häufigen Verästelung und der dadurch entstehenden dunklen Streifenbilder, könnte man geneigt sein, darin schlecht verkalkte Dentinpartien zu erblicken.

Von einer Querstreifung des Dentins konnte ich an meinen Präparaten sehr schöne Bilder beobachten, sie verliefen annähernd parallel zur Oberfläche des Zahnes. (Abb. 1). Daraus wäre zu folgern, daß das Wachstum der Zähne, Bildung der Dentingrundsubstanz, nicht kontinuierlich, sondern schubweise vor sich geht, wobei die Streifen durch Aufeinanderfolgen von Ruhestadien und Anbau bedingt sind. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß die Streifen durch schichtenweise Ablagerung der Kalksalze zustande kommt, während die Grundsubstanz ununterbrochen gebildet wird.

Das Dentin an den Seitenflächen des Nagezahnes, besonders war es auffallend an der labialen Seite des intraalveolären Teil, auf der sich eine dünne Zementschicht auflegt, zeigte auch bei stärkster Vergrößerung nur sehr wenig Struktur, sondern ein gleichmäßig homogenes Aussehen, ohne jede Gesetzmäßigkeit. Wahrscheinlich wird auch dieses junge, noch unverkalkte Dentin, später ebenfalls von sichtbaren Kanälchen durchzogen werden. Auf der linqualen Seite lagen die Dentinkanälchen nicht so dicht beisammen und waren auch nicht so zahlreich wie man es an Bildern von menschlichen Zähnen zu sehen gewohnt ist. Eine interessante Beobachtung machte auch Orban an Schnitten von Kaninchenzähnen die er färbte, er schreibt: „Erwähnenswert ist auch der Umstand, daß sich die Randpartien des Dentins intensiver färben als die zentralen. Es sei dabei auf die Gegend der disto-buccalen Ecke der Mahlzähne verwiesen. Aehnlich, aber nur andeutungsweise, verhält sich auch die mesial gegenüberliegende Partie. Bei starker Vergrößerung sieht man, daß an diesen Stellen die Dentinkanälchen spärlicher anzutreffen sind.“ Auch Weidenreich behauptet in allerletzter Zeit, daß die Randpartie des Dentins beim Kaninchenzahn anderen Ursprungs sei als die zentrale. Den Rand bezeichnet er als Manteldentin, deren Grundsubstanz grobfaserig sei und den Charakter einer durch Anlagerung und Einlagerung pulpärer bzw. papillärer Bindegewebsfasern zeigt. Aus all diesen Beobachtungen, die ich selbst auch bestätigen kann, können wir den Schluß ziehen, daß das Dentin an verschiedenen Stellen eine verschiedene Entwicklung aufweist.

Nach den Untersuchungen einzelner Autoren besitzen die Dentinkanälchen der Incisivi der Nager am Wurzelende und auf der linqualen Seite ein weiteres Volumen als im extraalveolären und labialen Teil des Zahnbeins. J. Tomes hat festgestellt, daß

die Lumina der Dentinröhrchen in der vorderen Hälfte eines Incisivus, also im labialen Abschnitt abnehmen, während sie an der Innenfläche auf der linqualen Seite ihre Weite beinahe bis zur Oberfläche beibehalten. Im extraalveolären Teil des Zahnes erscheinen die Kanälchen gleichmäßig stark. Diese Erscheinungen der verschiedenen Durchmesser der Dentinkanälchen konnte ich an einigen wenigen Präparaten bei stärkster Vergrößerung erkennen und kann die Beobachtungen J. Tomes nur noch bekräftigen. Auf Grund der Tatsachen, daß die Dentinkanälchen verschiedene Durchmesser zeigen, könnten wir zu dem berechtigten Schluß kommen, daß noch nachträglich eine Verkalkung des Zahnbeins stattfindet, die nur den zentralen Teil betrifft, wodurch die Kanälchen breiter bleiben.

Auch der Teil des Dentins, der gegenüber der Knochenzunge der Mahlzähne liegt, zeigt besonderes Verhalten. Die Dentinbildung an dieser Stelle scheint nicht Schritt zu halten mit den übrigen Teilen des Dentinkörpers (Abb. 2). Es scheint, daß die Odontoblasten an diesen Partien ganz zugrunde gehen und kein Dentin mehr bilden bis dieser Dentinteil des Zahnes an der der Pulpa zugekehrten Seite eine ganz bestimmte Configuration erhalten hat, dann werden, so schreibt Orban, die Vertiefungen dieser Wellenlinie pulpawärts durch weitere Anlagerungen von Dentin ausgefüllt, während an den Erhebungen in dieser Zeit die Bildung schon sistiert.

Wenn wir einen kurzen Blick auf die Schmelzdentingrenze am Kaninchenzahn werfen, können wir schon bei schwacher Vergrößerung sehen, daß die Zahnbeinschmelzgrenze am Nagezahn fast gleichmäßig gradlinig verläuft, unregelmäßige Ausbuchtungen konnte ich nur selten wahrnehmen, beide Zahngewebe scheinen scharf voneinander getrennt zu sein. (Abb. 1). An den Mahlzähnen trat die Grenze zwischen Schmelz und Dentin nicht so deutlich hervor, an manchen Stellen schien sie oft ganz verwischt, man könnte versucht sein, daraus zu schließen, daß beide Zahngewebe eine gemeinsame Entwicklung durchgemacht haben; trotzdem konnte ich nirgends das Durchtreten von Fortsätzen aus dem Dentin in den Schmelz beobachten, worauf auch Orban aufmerksam macht, daß es äußerst selten gelingt, im Schmelz des Kaninchenzahnes Zahnbeinkanäle bzw. Schmelzkanäle festzustellen. Ebensowenig konnte ich von einer Versprengung der Odontoblasten etwas sehen, die, wie manche Autoren annehmen, bei einzelnen Nagern während der Entwicklung der Zahngewebe aus der Reihe gedrängt und später von dem gebildeten Dentin eingeschlossen werden und so ihre Funktion verlieren. Orban schreibt darüber: „Wo die Odontoblasten während des Zahndurchbruches infolge Raummangels in ungünstige Verhältnisse geraten oder involutorisch zugrunde gehen,

dort wird kein Dentin mehr gebildet, sodern ein knochenartiges Gewebe, das dann schließlich den Pulparaum gegen die Kaufläche abschließt.

Verkalkungsstörungen, wie sie in Form der Tomes'schen Körnerschicht häufig an menschlichen Zähnen zu Tage treten, zeigten sich an Mahlzähnen in kleinen Interglobularräumen, besonders auffallend konnte ich dies im intraalveolären Teil sehen, fast garnicht im extraalveolären, Jene Beobachtungen können wir nur so erklären, daß der intraalveoläre Abschnitt infolge des raschen Wachstums der wurzellosen Zähne schlechter verkalkt ist und daß, je weiter wir gegen die Kaufläche im extraalveolären Teil sehen, eine nachträgliche Verkalkung getätigt wird.

Die dritte Hartsubstanz des Zahnes stellt das Zement dar, welches das Wurzeldentin umhüllt und unter normalen Verhältnissen in dünner Schicht etwas über den Schmelzrand greift. Gegen die Wurzelspitze zu nimmt die Zementauflagerung an Dicke zu, was noch mehr im Alter der Fall ist, sodaß oft ein dicker Zementmantel das Wurzelende umhüllt. Boedecker hält jene Form von Verdickung des Zementes nicht mehr als eine normale Erscheinung, sondern für eine pathologische, die er unter den Namen Hyperostose zusammenfast. Boedecker hat bis zu einem Grade nicht Unrecht, besonders in all den Fällen, wo eine Zementablagerung im verstärkten Maße durch Prozesse infektiöser Art chronischen Charakters hervorgerufen wird. Eine Verdickung der normalen Zementschicht, eine Mehrablagerung, bedingt durch Inanspruchnahme des Zahnes in einer bestimmten Richtung, wie es ja in normaler Weise durch die Funktion geschieht, darf nie als pathologisch bezeichnet werden; nach Ansicht vieler Autoren sind jene Zementverdickungen in der Gegend der Wurzelspitze, vorausgesetzt, daß der Zahn natürlich gesund ist, auf diese Weise zu erklären.

In seiner Struktur gleicht das Zement sehr dem Knochengewebe, neben einer kalkhaltigen Grundsubstanz ist es sehr reich an organischen Bestandteilen, die mit 30% angegeben werden. Am menschlichen Zahn können wir ein zellfreies und ein zellhaltiges Zement unterscheiden. Während wir ersteres vor allem am Zahnhalse finden, wo es nur wenig Struktur erkennen läßt, finden wir letzteres hanptsächlich im unteren Teil der Wurzel. Jenes zellhaltige Zement enthält eine große Zahl von Knochenzellen ähnlichen Gebilden, sog. Zementkörperchen, welche zwischen den Lamellen liegen. Sie besitzen teils ovale, teils sternförmige Gestalt mit einem verhältnismäßig großen Kern und schicken eine Reihe von Fortsätzen in ihre Umgebung, die häufig miteinander in

Verbindung stehen und, wie Münch schreibt, mit den Odontoblasten der Dentinkanälchen kommunicieren können. Auf Grund dieser Beobachtungen ist man geneigt anzunehmen, daß auch im Zement ähnlich wie im Schmelz nachgewiesen wurde, ein Säfteaustausch stattfindet, wenn auch Walkhoff starken Zweifel hegt, ja es sogar verneint, daß Tomes'sche Fasern die Dentingrenze überschreiten, um mit den Zellfortsätzen der Zementkörperchen zu anastomosieren. Nach Shmamine soll ein Säftestrom fließen zwischen Alveolarknochen und Zement, wahrscheinlich dürfte diese zum Teil berechtigte Annahme doch auf einen Irrtum beruhen, es handelt sich dabei lediglich um eine Verbindung, die den Halt in der Alveole gewährleistet.

In der Grundsubstanz finden wir neben den Zementkörperchen zahlreiche Fibrillen, die sogenannten v. Ebner'schen Fibrillen, die, zu Bündeln geordnet, senkrecht zur Oberfläche verlaufen. Von Ebner findet in dieser Verlaufsrichtung den charakteristischen Unterschied vom Knochen, da dort die Fibrillen parallel zur Lamelle verlaufen. Sind zwei oder mehrere Lagen solcher kurzer Bündel übereinander gelagert, so zeigt das Zement eine lamellöse Struktur. Es lassen sich aber auch größere Fibrillenbündel erkennen, welche in senkrechter Richtung zu den Lamellen verlaufen und sie auf weite Strecken durchboren, man kann sie als wahre Scharpey'sche Fasern ansehen, wie sie im periostalen Knochen des Skeletts ebenfalls zu Tage treten. Haver'sche Kanäle mit Blutgefäßen finden sich in der Regel im normalen Zement nicht.

Betrachten wir nun einen Zahn vom Kaninchen, so können wir feststellen, daß das Zement, das bei menschlichen Zähnen und denen der meisten Säugetiere das Dentin der Wurzel umgibt, beim Kaninchen auch noch an den schmelzfreien Stellen der Molaren sich befindet. Owen hat nachgewiesen, daß bei allen Rodentien die schmelzfreien Stellen der Zähne mit einer wenn auch zum Teil sehr dünnen Zementschicht überzogen seien. Das Zement an der Incisivi befindet sich nur an der seitlichen hinteren linqualen Fläche und legt sich dem Dentin direkt an, während die vordere labiale Fläche, wie schon erwähnt, von einem dünnen Schmelzmantel eingenommen wird. Die Grundsubstanz erscheint ziemlich homogen ohne besondere Strukturerscheinungen und zeigt nicht so ausgeprägt den lamelösen Bau wie wir es beim menschlichen Zahn zu sehen gewohnt sind. Zementkörperchen waren verhältnismäßig selten aufzufinden, sowohl an den Nage- wie auch an den Mahlzähnen, besonders im extraalveolären Teil, während im intraalveolären Abschnitt einige wenige zu sehen waren. Die Form der Zementkörperchen entspricht nicht der

beim Menschenzahn, sie zeigen eine rundliche bis ovale Form ohne jegliche Fortsätze.

Einzelne Autoren berichten über das Vorkommen von Zementperlen bei vielen Nagern. Es sind dies Gebilde, die fest am Schmelz haften, lamellösen Bau zeigen und in ihrem Innern Zellen enthalten, die aber nicht wie man versucht sein könnte anzunehmen, Zement bilden, sondern lediglich aus ihrer Verbindung losgelöste Bindegewebszellen darstellen. Sie sind fest mit der Alveole durch Wurzelfasern, denen sie auch ihre Bildung verdanken, verbunden. Nach Ansicht der Autoren soll hier das Schmelzepithel, bevor eine vollständige Verkalkung der schon fertig gebildeten Schmelzprismen gebildet war, einer Atrophie anheimfallen. Es treten Dellen an der Schmelzoberfläche, Unterbrechungen des Schmelzepithels ein. Züge von Bindegewebe, so schreiben Gottlieb und Greiner, die ihre Beobachtungen an Meerschweinchen gemacht haben, ziehen durch diese Dehiszenzen im Schmelzepithel gegen den Boden der Dellen, wo Perlen von Primärzement in Bildung begriffen sind. Einzelne solcher fest am Schmelz haftenden Zementperlen konnte ich an den Mahlzähnen erkennen, noch ausgeprägter waren sie an den Nagezähnen zu finden. Man nimmt jedoch an, daß sie gewissermaßen dem immerwachsenden Zahn, der ungeheueren Belastungsproben während der Nagetätigkeit ausgesetzt ist, gleichsam als Halt- oder Befestigungsapparat dienen Die Schmelzpartien, an welchen diese Perlen hafteten, zeigten zum Teil seichte Eindellungen und schienen minder verkalkt zu sein. Während v. Brunn diese Erscheinungen damit erklärt, daß Bindegewebsbündel, und zwar zementbildende, das Schmelzepithel während der Verkalkung des Schmelzes zerstören, so daß die Tätigkeit der Ameloblasten in weitgehender Weise gestört wird, nehmen andere Autoren an, daß die Verkalkung in den Bezirken des Schmelzes, wo Zementperlen innen aufliegen, von denselben Faktoren, welche die Kalksalzablagerung in den Zementperlen veranlassen, abhängig ist. Welche Ansicht nun die richtigere ist, darüber zu entscheiden dürfte schwer sein; ich glaube daß die Ansicht, die v. Brunn vertritt, die wahrscheinlichere ist.

Einen interessanten Aufbau zeigt das Zement an den Mahlzähnen. Wir können hier zwei Arten von Zement unterscheiden, das Knorbelzement, wenn wir die Bezeichnung so wählen dürfen und das Knochenzement. Das Knochenzement zeigt durchweg den Bau des Primärzementes, wie wir ihn schon bei den Nagezähnen sehen konnten, während das Knorbelzement sehr reich an Knorbelzellen ist, die von rundlich ovaler Form und in einer fibrillären Grundsubstanz eingelagert sind. (Abb. 1 und 3). Vor

allem ist die Struktur, noch mehr die Anordnung des Knochen- bzw. des Knorbelzements, von Wichtigkeit, damit wir verstehen, weshalb wir an dieser Stelle Knochenzement und nicht Knorbelzement finden. Der Uebersichtlichkeit halber sei hier kurz die topographische Anordnung der verschiedenen Zementarten erläutert. Zerlegt man die Oberfläche eines Mahlzahnes in Längsstreifen, so finden wir: missial und distal, Knochenzement auf der Schmelzoberfläche, linqual zwei schmelzfreie Streifen mit dünner, kontinuierlicher Knochenzementdecke. Aus den Einkerbungen der Zähne tritt linqual zwischen diesen erwähnten Streifen und buccal zwischen den zugeschärft endigenden Schmelzfalten je ein Streifen des Knorbelzementes an die Oberfläche. Aus dieser Anordnung erkennen wir deutlich, daß die Verbindung des Zahnes mit der Alveole an verschiedenen Zonen eine verschiedene sein muß. Während wir das Knochenzement nur an denjenigen Partien des schmelzbedeckten Zahnes finden, wo es sich um eine verstärkte Fixation des Zahnes an der Alveole handelt, finden wir das Knorbelzement, das ja histogenetisch und daher im allgemeinen auch funktionell ein primitiveres Hartgewebe darstellt als das Knochenzement, nur an den Stellen, wo es nicht als Grundlage zur Befestigung des Zahnes funktioniert, diese Funktion ist lediglich dem Primär-Knochenzement zugedacht. Daß es an diesen oben erwähnten Stellen nicht zur Bildung von Knochenzement kommt, sondern nur Knorbelzement angelegt wird, können wir auf diese Weise erklären, daß an diesen Partien größere Zementablagerungen über dem Schmelz gebildet werden müssen und dies wegen Zeitmangel, man möchte sagen im Interesse von Zeitersparnis aus einem primitiveren Gewebe besorgt wurden, dessen Aufbau anscheinend kürzere Zeit beansprucht.

Am Schluße meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Joseph Münch für die Ueberlassung des Themas, sowie für die liebenswürdige Untersrützung bei Anfertigung der Arbeit, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Vorliegende Arbeit wurde im wissenschaftlichen Laboratorium der zahnärztlichen Universitäts-Klinik zu Würzburg angefertigt.

Ich versichere hiermit ehrenwörtlich, daß außer der angegebenen Literatur keine weitere Beihilfe stattgefunden hat.

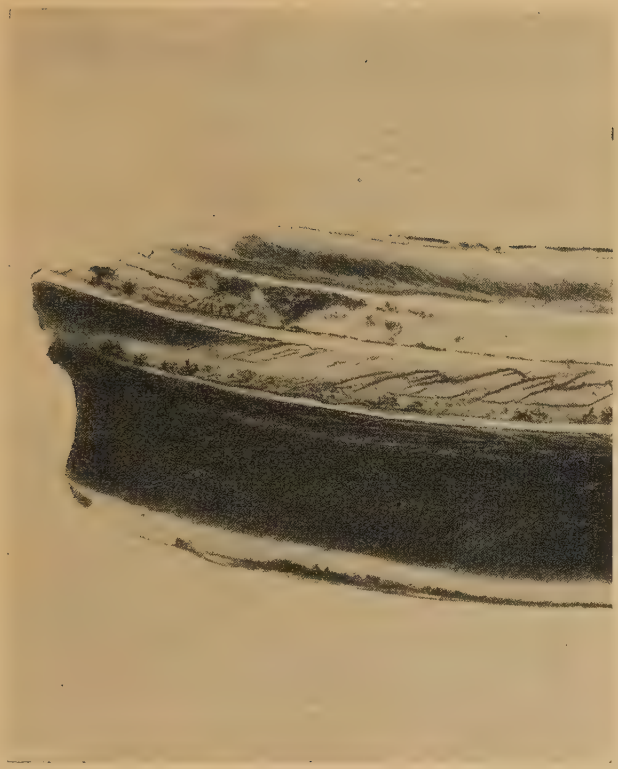

Abbildung 1.

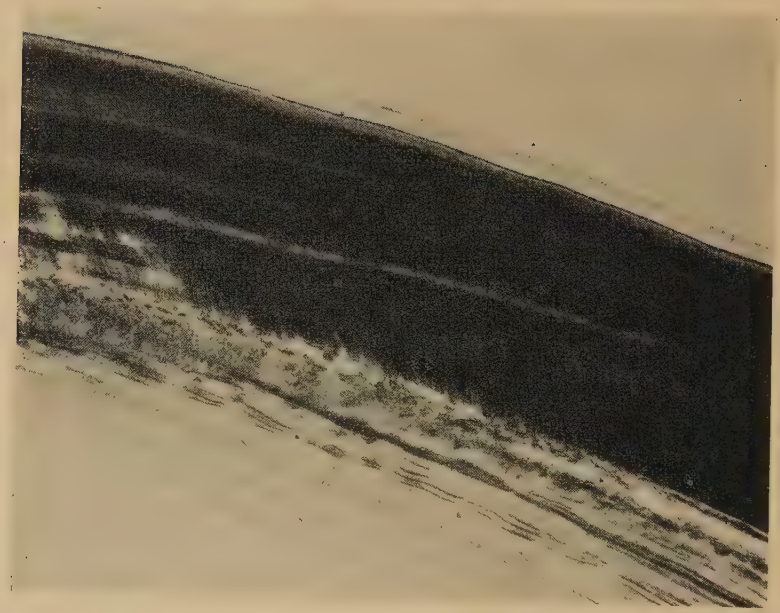

Abbildung 3.

Abbildung 2.

Literaturverzeichnis

1. Adlof, P.: Zur Entwicklung des Nagetiergebisses, Diss. Rostock 1897—1898.
2. Apfelstaed: Randbemerkungen zu Retters Hypothese über Struktur und Ursprung des Schmelzes der Nagezähne Zahnärztliche Rundschau 1927.
3. Baume: Bemerkungen über die Entwicklung und den Bau des Nagetierzahnes. Vierteljahresschrift f. Zahnheilk. Bd. XIV.
4. Beretta: Das normale Nagetiergebiß. Monatsschrift tür Zahnheilkunde 1913.
5. v. Brunn: Ueber die Ausdehnung des Schmelzorgans und seine Bedeutung für die Zahnbildung. Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. 29.
6. Freund P.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Zahnanlage bei Nagetieren. Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. 29, 1899.
7. Ganzer: Anatomie und Entwicklung des Gebisses vom Meerschweinchen.
8. Gottlieb u. Greiner: Der histologische Bau des Meerschweinchens Molaren und seines Befestigungsaparates. Zeitschrift für Stomatologie Wien 1923.
9. Meyer W.: Strittige Frage in der Histologie des Zahnschmelzes. Vierteljahresschrift f. Zahnheilk. 1925.
10. Münch J.: Der Schmerz: Vierteljahresschrift f. Zahnheilk. 1929.
11. Münch J.: Beitrag zur Vitalität des Schmelzes. Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde 1922.
12. Orban: Der histologische Bau des Kaninchengebisses. Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde 1925.
13 Parreidt: Zahnschmelz der Säugetiere Monatsschrift für Zahnheilkunde 1894.
14. Sachse: Entwicklungsgeschichte der Nagezähne der musmuskulus. Monatsschrift für Zahnheilkunde 1895.
15. Tomes: Die Anatomie der Zähne des Menschen und der Säugetiere. (Uebersetzt von Holländer, Berlin 1877).
16. Walkhoff: Die normale Histologie menschlicher Zähne, 1924. Beiträge zum feineren Bau des Schmelzes und zur Entwicklung des Zahnbeins. D. M. f. Z 1898. Die vermeintliche Kittsubstanz des Schmelzes. Anat. Anzeige Bd. 23, 1903.
17. Yumikura: Auspflanzungsversuche mit Schneidezähnen. (Kaninchen) Virchovs Archiv, 254, 1925.

Lebenslauf.

In Euerdorf bei Bad Kissingen wurde ich am 9. November 1908 als Sohn des Gendarmeriekommissars a. D. Andreas Volpert und seiner Ehefrau Monika, geb. Elsässer, geboren. Nach 7jährigem Besuch der Volksschule besuchte ich das Neue Gymnasium zu Würzburg, wo ich im Frühjahr 1931 die Reifeprüfung bestand. Durch den plötzlichen Tod meiner Mutter im Frühjahr des gleichen Jahres war es mir nicht möglich, das Studium zu beginnen, sodaß ich erst im November 1931 mich dem Studium der Zahnheilkunde zuwenden konnte. Meine ganze Ausbildung erhielt ich in Würzburg, wo ich nach 7 semestrigem Studium im Frühjahr 1935 das Staatsexamen ablegte und am 4. Mai die Approbation als Zahnarzt erhielt.